

=> e de4022637/pn

E1 1 DE4022634/PN  
E2 1 DE4022635/PN  
E3 1 --> DE4022637/PN  
E4 1 DE4022638/PN  
E5 1 DE4022639/PN  
E6 1 DE4022640/PN  
E7 1 DE4022641/PN  
E8 1 DE4022642/PN  
E9 1 DE4022643/PN  
E10 1 DE4022644/PN  
E11 1 DE4022646/PN  
E12 1 DE4022647/PN

13

=> s e3

L7 1 DE4022637/PN

=> d 17 ibib

L7 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2003 THOMSON DERWENT on STN

ACCESSION NUMBER: 1992-033454 [05] WPINDEX

DOC. NO. NON-CPI: N1992-025503

TITLE: Braking circuit for commutator motor of power tool - uses energy stored in capacitor during operation of motor to enforce self-excitation with set polarity.

DERWENT CLASS: V06 X25

INVENTOR(S): SCHROECKER, R

PATENT ASSIGNEE(S): (SCHR-I) SCHROCKER R; (KOPP-N) KOPP AG HEINRICH

COUNTRY COUNT: 1

PATENT INFORMATION:

PATENT NO	KIND	DATE	WEEK	LA	PG
DE 4022637	A	19920123	(199205)*		<--
DE 4022637	C2	19960718	(199633)	12	<--

APPLICATION DETAILS:

PATENT NO	KIND	APPLICATION	DATE
DE 4022637	A	DE 1990-4022637	19900717
DE 4022637	C2	DE 1990-4022637	19900717

PRIORITY APPLN. INFO: DE 1990-4022637 19900717

=> d 17 ab

L7 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2003 THOMSON DERWENT on STN

AB DE 4022637 A UPAB: 19931006

During operation of the motor (1) a storage capacitor (26) is charged by a half-wave rectifier (29) from the mains (9,11). At switch-off a two-pole changeover switch (17,18) connects a braking resistance (32) to the field winding (6) through which the capacitor (26) is discharged.

The braking resistance (32) and diode (33) are shunted by a MOSFET (38) gated on and off by a PWM oscillator (42) whose power supply (54) is drawn from the motor field winding connection (22).

USE/ADVANTAGE - Braking generates no current, and comparatively little electrical energy is converted into heat.

1/5



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 40 22 637 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 02 P 3/06**  
// B27G 19/00

②1 Aktenzeichen: P 40 22 637.9  
②2 Anmeldetag: 17. 7. 90  
④3 Offenlegungstag: 23. 1. 92

**DE 40 22 637 A 1**

⑦1 Anmelder:  
Schröcker, Rainer, Dipl.-Ing., 7250 Leonberg, DE

⑦4 Vertreter:  
Rüger, R., Dr.-Ing.; Barthelt, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 7300 Esslingen

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Getaktete Bremsschaltung

⑤7 Eine Schaltungsanordnung zum Bremsen von Kollektormotoren kleiner bis mittlerer Leistung enthält einen Umschalter, um den Kollektormotor wahlweise im Motorbetrieb und nach dem Abschalten des Motorbetriebes im Generatorbetrieb arbeiten zu lassen. Im Generatorbetrieb arbeitet der Kollektormotor als selbsterregter Generator auf ein Stellglied sowie einen mit dem Stellglied in Serie liegenden Stromfühler, der mit dem Eingang einer Steuerschaltung verbunden ist. Die Steuerschaltung wiederum steuert das Stellglied an. Mit Hilfe einer Speicherschaltung, die während des Motorbetriebes nachgeladen wird, wird nach dem Umschalten in den Generatorbetrieb zwangsweise die Selbsterregung mit einer vorbestimmten Polarität eingeleitet.

Um die Bremsleistung nicht im Stellglied in Wärme umzusetzen, wird das Stellglied von der Steuerschaltung getaktet und es liegt in einer Parallelschaltung, die in einem Zweig das Stellglied und im anderen Zweig einen Kondensator enthält.

**DE 40 22 637 A 1**

## DE 40 22 637 A1

1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Bremsen von Kollektormotoren kleiner bis mittlerer Leistung, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Aus der DE-PS 35 39 841 ist eine gattungsgemäße Schaltungsanordnung zum netzunabhängigen Bremsen des Antriebsmotors von Elektrowerkzeugen bekannt. Bei dieser Schaltungsanordnung besteht im Bremsbetrieb eine Serienschaltung, die den Anker, einen Teil der Feldwicklung, das Stellglied sowie einen Stromfühler enthält. Das Stellglied ist mit einer Steuerschaltung verbunden, die aus der vom Motor abgegebenen EMK mit Strom versorgt wird. Die Steuerschaltung steuert das Stellglied in der Weise, daß der im Kreis fließende Bremsstrom konstant gehalten wird. Das Stellglied arbeitet dabei als veränderlicher Widerstand, so daß praktisch die gesamte Bremsleistung an dem Stellglied in Wärme umgesetzt wird.

Das Stellglied, das von einem MOS-FET oder einem anderen geeigneten Leistungstransistor gebildet ist, muß dementsprechend mit einer guten Kühleinrichtung und einem großen Kühlkörper versehen werden, um die beim Bremsen auftretende und an ihm anfallende Verlustleistung schadlos auszuhalten. Das Stellglied muß deswegen auch im Kühlluftstrom des Universalmotors angeordnet werden und kann folglich auch nicht im Griff von Elektrowerkzeugen untergebracht werden. Schließlich kommt hinzu, daß die Oberflächentemperatur des Halbleiters nur so hoch werden kann, daß die maximal zulässige Sperrschichttemperatur nicht überschritten wird. Dies bedeutet in aller Regel verhältnismäßig niedrige Gehäusetemperaturen an dem Stellglied.

Dafür hat andererseits die Schaltung den wesentlichen Vorteil, daß sie mit einer verhältnismäßig hohen Spannung an dem Stellglied arbeitet, was umgekehrt bedeutet, daß bei gegebener Bremsleistung der Strom durch das Stellglied, das als Bremswiderstand dient, verhältnismäßig klein ist, d. h. in einer Größenordnung liegt, die etwa dem Strom entspricht, den der Motor bei seiner Nennleistung aus dem Netz entnimmt. Der Kollektor des Universalmotors wird dadurch im Bremsbetrieb nicht stärker als im normalen Motorbetrieb belastet, so daß ein häufiges Bremsen zu keiner nennenswerten Lebensdauerverkürzung des Kollektors beiträgt.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung zum Bremsen von Kollektormotoren kleiner und mittlerer Leistung zu schaffen, die im Bremsbetrieb keinen Strom erzeugt, der nennenswert über dem Strom im Motorbetrieb bei Nennleistung liegt und bei der das Stellglied im Bremsbetrieb nur eine vergleichsweise kleine elektrische Leistung in Wärme umzusetzen braucht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Infolge der Entkopplung von Erregung und Strom durch den Bremswiderstand ist es möglich, das Stellglied, ohne daß die Selbsterregung zusammenbricht, getaktet zu betreiben. Andererseits gestattet die Entkopplung einen Bremsstrom, der auch bei durchgeschaltetem Stellglied praktisch dieselbe Größe hat wie bei gesperrtem Stellglied. Dadurch fließt unabhängig vom Schaltzustand des Stellgliedes durch den Anker und die Feldwicklung ein Bremsstrom, der nur eine sehr geringe Welligkeit aufweist, was umgekehrt dazu führt, daß —

2

abgesehen von Nichtlinearitäten und Innenwiderständen des Ankers und der Feldwicklung — die Anker-EMK linear proportional mit der Drehzahl fällt, was zu einer günstigen Bremscharakteristik führt.

Bei der neuen Schaltung wird die Bremsleistung im wesentlichen in einem ohmschen Widerstand in Wärme umgesetzt, der ohne weiteres thermisch wesentlich höher belastbar ist als ein Halbleiter, d. h. die Gehäuse- oder Oberflächentemperaturen des ohm'schen Widerstandes können ohne Gefahr für seine Funktionsfähigkeit wesentlich höher liegen als bei einem Halbleiter. Entsprechend kleinere Kühlflächen sind für den ohmschen Widerstand erforderlich, bzw. er kann gegebenenfalls außerhalb des Kühlluftstromes angeordnet werden. In dem Stellglied wird praktisch keine Leistung mehr umgesetzt, weshalb es gefahrlos auch an Stellen innerhalb der Einrichtung, in der der Universalmotor untergebracht ist, angeordnet werden kann, die nur mäßig gekühlt werden können.

Der ohmsche Bremswiderstand kann entweder parallel zu dem Kondensator angeordnet werden, wobei dann die Parallelschaltung aus dem Kondensator und dem Widerstand über eine Freilaufdiode zu dem Stellglied parallel liegt, oder der Bremswiderstand liegt in Serie zu dem Stellglied, wobei die Serienschaltung zu dem Kondensator parallel geschaltet ist. Im ersteren Falle erfolgt die Umsetzung der mechanischen Leistung in Wärmeenergie in dem Bremswiderstand unabhängig vom Schaltzustand des Stellgliedes, während im anderen Fall die Umsetzung der im Motor gespeicherten Energie in Wärmeenergie lediglich bei eingeschaltetem Stellglied erfolgt.

Als Stellglied kommen praktisch sämtliche steuerbaren Halbleiter, wie MOS-FET, bipolare Transistoren, GTO, IGBT usw. in Frage, soweit sie in der Lage sind, wahlweise ein- und ausgeschaltet zu werden. Das Steuersignal ist im weitesten Sinne ein pulsdaueroder pulswidenmoduliertes Signal, bei dem entweder die Periodendauer oder die "Ein"-Zeit konstant gehalten ist, wobei das Tastverhältnis festlegt, in welchem Maße Strom durch den Bremswiderstand bzw. in den Speicherkondensator fließt, um beispielsweise einen in erster Näherung konstanten Bremsstrom zu erzeugen.

Die neue Schaltungsanordnung eignet sich bevorzugt zum netzunabhängigen Bremsen des Universalmotors, weil es möglich ist, über einen weiten Drehzahlbereich die vom Motor abgegebene EMK entweder mittelbar oder unmittelbar zur Stromversorgung der Steuerschaltung zu verwenden. Bevorzugt wird die Versorgungsspannung aus der am Anker abgegebenen Spannung zuzüglich der Spannung an dem Stromfühlerelement erzeugt, wobei allerdings die am Stromfühler abfallende Spannung gegenüber der Ankerspannung zu vernachlässigen ist.

Eine sehr einfache Steuerschaltung enthält ein Flip-Flop, das durch einen Oszillator in den einen Zustand gebracht wird und das, sobald der Bremsstrom einen vorgegebenen Wert überschreitet, in den anderen Zustand gekippt wird. Am Ausgang gibt dieses Flip-Flop ein pulswidenmoduliertes Signal konstanter Periodendauer ab. Mit dieser Schaltung ist es möglich, das Stellglied jeweils auszuschalten, wenn der Bremsstrom eine vorgegebene Schranke überschreitet.

Günstige Verhältnisse ergeben sich, wenn die Taktfrequenz des Oszillators zwischen 0,5 und 20 kHz liegt.

Ein zusätzlicher Bremswiderstand läßt sich bei Universalmotoren mittlerer Leistung einsparen, wenn der bei diesen Universalmotoren als der zur Anlaufstrom-

## DE 40 22 637 A1

3

begrenzung vorhandene Vorwiderstand gleichzeitig im Bremsbetrieb verwendet wird.

Die neue Schaltungsanordnung eignet sich insbesondere zum Bremsen von handgeführten Elektrowerkzeugen. Solche Werkzeuge werden in aller Regel von Universalmotoren mit Kollektor angetrieben, die ohne weiteres mit Wechselspannung aus dem Stromnetz beaufschlagt werden können. Die Universalmotoren dieser Elektrowerkzeuge sind, um die notwendigen Drehzahlen erreichen zu können, als Hauptschlußmotoren geschaltet.

Im übrigen sind Weiterbildungen der Erfindung Gegenstand von Unteransprüchen.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung zum Bremsen eines Universalmotors, wobei der Bremswiderstand zu dem Kondensator parallelgeschaltet ist,

Fig. 2 eine Schaltungsanordnung zum Bremsen eines Universalmotors, bei der der Bremswiderstand in Serie mit dem Stellglied liegt,

Fig. 3 eine Schaltungsanordnung ähnlich der nach Fig. 2, wobei als Bremswiderstand der Vorwiderstand zur Anlaufstrombegrenzung verwendet wird,

Fig. 4 ein detailliertes Schaltbild der Steuerschaltung aus den Schaltungsanordnungen nach den Fig. 1 bis 3 und

Fig. 5 das Schaltbild einer Stromversorgungsschaltung zur Erzeugung der Versorgungsspannung für die Schaltung nach Fig. 4.

Fig. 1 zeigt einen Universalmotor 1, an den eine Schaltungsanordnung 2 zum netzunabhängigen elektrischen Bremsen angeschlossen ist. Der Universalmotor 1 weist einen Anker 3 mit zwei Kollektoranschlüssen 4, 5 sowie eine Feldwicklung 6 mit Anschlüssen 7 und 8 auf. Die veranschaulichte Feldwicklung 6 kann entweder die gesamte Feldwicklung des Universalmotors 1 sein oder nur ein Teil, und zwar derjenige Teil, der bei der Umschaltung vom Motor- in den Generatorbetrieb verwendet wird. Wie sich aus der nachfolgenden Beschreibung weiter unten ergibt, ist es beim Bremsen sowohl möglich, die gesamte Feldwicklung als auch nur einen Teil davon zu verwenden.

Im Motorbetrieb bezieht der Universalmotor 1 seinen Strom über zwei Netzanschlußklemmen 9 und 11 sowie einen zweipoligen Umschalter 12, der zwei Ruhekontakte 13 und 14, zwei Arbeitskontakte 15 und 16 sowie zwei bewegliche Kontakte 17 und 18 aufweist.

Die Netzanschlußklemme 9 ist über eine Leitung 19 mit dem Anschluß 5 des Ankers verbunden. Von dem Anschluß 4 führt eine Leitung 21 zu dem Arbeitskontakt 15, und es ist der bewegliche Kontakt 17 über eine Leitung 22 an den Anschluß 8 der Feldwicklung 6 angeschlossen. Der andere Anschluß 7 der Feldwicklung 6 liegt mit Hilfe einer Leitung 23 an dem beweglichen Kontakt 18 des Umschalters 12, dessen Arbeitskontakt 16 schließlich über eine Leitung 24 mit der anderen Netzanschlußklemme 11 verbunden ist.

Wenn der zweipolige Umschalter 12 aus der in Fig. 1 gezeigten Ruhestellung in die Arbeitsstellung überführt wird, werden die beiden Netzanschlußklemmen 9 und 11 elektrisch mit dem als Hauptschlußmotor geschalteten Universalmotor 1 verbunden, um diesen in Gang zu setzen.

In der gezeigten Ruhestellung dagegen ist die Bremschaltung 2 mit dem Universalmotor 1 verbunden. Die Bremsschaltung 2 enthält eine Speicherschaltung 25, um nach dem Abschalten des Motorbetriebs dafür zu sor-

4

gen, daß eine Selbsterregung mit der richtigen Polarität entsteht, selbst dann, wenn der Restmagnetismus in der Feldwicklung 6 für eine Selbsterregung nicht mehr ausreicht. Die Speicherschaltung weist als Speicherelement einen Speicherkondensator 26 auf, der einenends unmittelbar mit dem Anschluß 5 des Ankers 3 verbunden ist und der anderenends über einen Vorwiderstand 27 mit dem Ruhekontakt 13 verbunden ist. Parallel zu der Serienschaltung aus dem Kondensator 26 und dem Vorwiderstand 27 liegt eine Diode 28, die in später noch beschriebener Weise nach der Einleitung der Selbsterregung den Strom übernimmt.

Um den Speicherkondensator 26 aufzuladen, ist eine Diode 29 vorhanden, deren Anode an der Leitung 23 liegt und deren Kathode über einen Strombegrenzungswiderstand 31 mit der Verbindungsstelle zwischen dem Speicherkondensator 26 und dem Vorwiderstand 27 in Verbindung steht.

Die kinetische Energie des Ankers 3 wird beim elektrischen Bremsen von einem Bremswiderstand 32 in Wärme umgesetzt. Der Bremswiderstand 32 ist einenends mit der Kathode einer Diode 33 verbunden, die anodenseitig an dem Ruhekontakt 14 angeschlossen ist. Das andere Ende des Bremswiderstandes 32 führt zu einem Widerstand 34, der als Stromfühler für den Bremsstrom dient. Der Stromfühlerwiderstand 34 ist mit seinem nicht mit dem Bremswiderstand 32 verbundenen Anschluß mit einer Schaltungsmasse 35 verbunden, an die auch der Ruhekontakt 15 des zweipoligen Umschalters 12 angeschlossen ist, und zwar über eine Leitung 36.

Unmittelbar parallel zu dem Bremswiderstand 32 liegt ein Ladekondensator 37, während abgetrennt über die Diode 33 zu dem Ladekondensator 37 ein MOS-FET 38 parallelgeschaltet ist, d. h. aus der Sicht des Ladekondensators 37 bilden die Diode 33 und der MOS-FET 38 eine Serienschaltung, bei der der MOS-FET 38 mit seiner Drainelektrode an der Anode der Diode 33 bzw. dem Ruhekontakt 14 angeschlossen ist, während die Sourceelektrode des MOS-FET 38 an einem Knoten 39 liegt, an dem sowohl der Bremswiderstand 32 als auch der Ladekondensator 37 als auch der Stromfühlerwiderstand 34 angeschlossen sind.

Der MOS-FET 38 dient als Stellglied und wird alternierend ein- und ausgeschaltet. Zu diesem Zweck ist seine Gateelektrode über eine Leitung 41 mit einem pulsbreitenmodulierten Oszillator 42 verbunden. Der pulsbreitenmodulierte Oszillator 42 enthält einen Oszillator 43, der an seinem Ausgang 44 ein Rechtecksignal mit einer festen Frequenz abgibt. Das Rechtecksignal gelangt von dem Ausgang 44 in einen Differenzierer 45, der mit seinem Ausgang 46 an einen Flipflop 47 mit einem invertierten Setzeingang  $\bar{S}$ , einem invertierten Rücksetzeingang  $\bar{R}$  und einem invertierten Ausgang  $\bar{Q}$  angeschlossen ist, und zwar liegt der Ausgang 46 an dem invertierten Setzeingang. Von dem invertierten Ausgang  $\bar{Q}$  des Flipflops 47 führt eine Leitung 48 zu einem Treiber 49, zu dessen Ausgang 51 die Leitung 41 führt. Der Treiber 49 hat lediglich die Aufgabe, genügend Strom zu liefern, um den MOS-FET 38 schnell zwischen seinen beiden Zuständen hin- und herschalten zu können.

Der pulsbreitenmodulierte Oszillator 42 enthält ferner einen Komparator 52, dessen invertierender Eingang an dem Stromknoten 39 liegt und dessen nichtinvertierender Eingang mit einer Referenzspannung 53 beaufschlagt wird, die so groß ist wie der Spannungsab-

## DE 40 22 637 A1

5

6

fall an dem Stromfühlerwiderstand 34 bei dem jeweils gewünschten Bremsstrom. Ausgangsseitig ist der Komparator 52 über eine Leitung 53 mit dem Rücksetzeingang R des Flipflops 47 verbunden.

Die Stromversorgung des pulsbreitenmodulierten Oszillators 42, der die Steuerschaltung für den MOS-FET 38 darstellt, geschieht mit Hilfe eines Stromversorgungsteiles 54, dessen Ausgangsleitung durch eine Leitung 55 schematisch dargestellt ist. Den notwendigen Strom bezieht das Stromversorgungsteil 54 über eine Leitung 56, mit der es zu der Leitung 22 hin verbunden ist. Schließlich ist das Stromversorgungsteil 54 über eine Leitung 57 an die Schaltungsmasse 35 angeschlossen.

Die Wirkungsweise der insoweit beschriebenen Anordnung ist wie folgt: Wenn der Universalmotor 1 in Betrieb gesetzt werden soll, um an seiner Ankerwelle mechanische Nützleistung abzugeben, wird der zweipolige Umschalter 12 aus der in Fig. 1 gezeigten Ruhestellung in die Arbeitsstellung überführt, in der der Arbeitskontakt 15 mit dem beweglichen Kontakt 17 und der Arbeitskontakt 16 mit dem beweglichen Kontakt 18 in Verbindung steht. In dieser Stellung des zweipoligen Umschalters 12 fließt der an den Netzeingangsklemmen 9 und 11 eingespeiste Wechselstrom über die Leitung 24, den zweipoligen Umschalter 12, die Leitung 23 zu der Feldwicklung 6 und von dort wiederum über den zweipoligen Umschalter 12 zu dem Anker 3 über die Leitung 21. Dabei ist im Motorbetrieb der Anschluß 8 der Feldwicklung 6 mit dem Anschluß 4 des Ankers 3 verbunden. Von dem Anker 3 fließt schließlich der Strom über die Leitung 19 zu der Netzanschlußklemme 9 zurück.

Gleichzeitig wird während des Motorbetriebes bei der entsprechenden Halbwelle der an den Netzeingangsklemmen 9 und 11 liegenden Netzspannung über die Diode 29 und den Vorwiderstand 31 der Kondensator 26 aufgeladen, da die Serienschaltung aus den erwähnten Bauelementen zu dem Motor elektrisch parallelgeschaltet ist. Bei der gezeigten Polarität der Diode 29 erfolgt die Ladung in der Weise, daß die an dem Anschluß 5 des Ankers 3 liegende Elektrode des Kondensators 26 negativ gegenüber jener Elektrode aufgeladen wird, die mit den beiden Widerständen 27 und 31 in Verbindung steht.

Wenn nun der Motorbetrieb durch Umschalten des zweipoligen Umschalters 12 in die in Fig. 1 gezeigte Ruhestellung beendet wird, wird zunächst einmal die Stromversorgung aus den Netzanschlußklemmen 9 und 11 unterbrochen. Gleichzeitig wird eine Serienschaltung hergestellt, die den Anker 3, die Feldwicklung 6 sowie den Bremswiderstand 32 enthält, wobei die Polarität, mit der die Feldwicklung 6 mit dem Anker 3 in Verbindung steht, gewechselt hat. Während im Motorbetrieb der Anschluß 4 des Ankers 3 mit dem Anschluß 8 der Feldwicklung unmittelbar verbunden war, ist im Bremsbetrieb der Anschluß 5 des Ankers 3 über die Diode 28 sowie die Leitung 22 mit dem Anschluß 8 der Feldwicklung 6 verknüpft. Zu der Diode 28 liegt die Serienschaltung aus dem Speicherkondensator 26 und dem Vorwiderstand 27 parallel und der Speicherkondensator 26 kann sich über den Widerstand 27 entladen, wobei der Entladestrom von dem Widerstand 27 über den geschlossenen Schalterkontakt 13, 17 sowie die Leitung 22 zu der Feldwicklung 6 fließt. Von der Feldwicklung 6 fließt der Entladestrom über die Leitung 23, den Schalterkontakt 14, 18, die Diode 33, die Parallelschaltung aus dem Bremswiderstand 32 sowie dem Ladekondensator 37 und den Stromfühlerwiderstand 34 zu der Schal-

tungsmasse 35. Von dort gelangt der Entladestrom über die Leitung 36, die Leitung 21 zu dem Anker 3, der mit seinem Anschluß 5 mit dem Speicherkondensator 26 in Verbindung steht. Es wird auf diese Weise in der Feldwicklung 6 ein Erregerstrom erzeugt, der durch die Entladung des Kondensators 26 hervorgerufen wird. Da der Kondensator 26 jedes Mal im Motorbetrieb über die Diode 29 mit derselben Polarität aufgeladen wird, fließt auch der Entladestrom durch die Feldwicklung 6 jedes Mal im Bremsbetrieb in derselben Richtung, d. h. der Universalmotor 1 wird jedes Mal beim Abschalten des Motorbetriebs und dem Umschalten in den Generatorbetrieb mit derselben Polarität erregt. Infolge der Entladung des Kondensators 26 gibt der Anker 3 eine Generatorspannung ab, deren Polarität, wie in Fig 1 gezeigt, ist.

Infolge des durch die Feldwicklung 6 fließenden Stroms erzeugt der Anker 3 eine Generatorspannung, die in der angeschlossenen Schaltung zu einem Strom führt, der dieselbe Richtung hat wie der Entladestrom des Kondensators 26, d. h. der Strom fließt aus dem Anschluß 5 des Ankers 3 in die angeschlossene Schaltung. Der von der Anker-EMK hervorgerufene Strom fließt nun über die Diode 28 und ansonsten auf demselben Weg wie vorher der Entladestrom des Kondensators 26. Hierdurch entsteht eine Selbsterregung des nun als Generator arbeitenden Universalmotors 1.

Der dabei in dem Kreis fließende Erreger- oder Bremsstrom erzeugt an dem Stromfühlerwiderstand 34 einen Spannungsabfall und läßt außerdem auf der Leitung 22 eine Spannung gegenüber der Schaltungsmasse 35 entstehen. Hierdurch wird über die Leitung 56 Spannung an das Stromversorgungsteil 54 angelegt, das eine entsprechend stabilisierte Spannung über die Leitung 55 in den pulsbreitenmodulierten Oszillator 42 einspeist, der nun zu arbeiten beginnt. Während des Motorbetriebes war die Leitung 56 ebenfalls mit der Schaltungsmasse 35 verbunden und deswegen der Oszillator 42 abgeschaltet. Sobald eine genügend hohe Spannung an der Leitung 22 anliegt, wird auch der Oszillator 42 zu arbeiten beginnen. Der in ihm vorhandene Oszillator 43 mit fester Frequenz beginnt zu schwingen, und zwar mit der eingestellten Arbeitsfrequenz, die zwischen 0,5 und 20 kHz liegen kann. Dies bedeutet, daß nach längstens 2 msec seit dem Anschwingen des Oszillators 43 der Differenzierer 45 einen nach "Low" gehenden Impuls an seinem Ausgang 46 abgibt, der das Flipflop 47 in den Zustand "Low" an dem Ausgang Q umschaltet. Das Ausgangssignal des Flipflops 47 wird in dem Treiber 49 verstärkt und invertiert. Dementsprechend ist die Spannung an dem Ausgang 51 und damit auf der Leitung 41 "High", was wiederum den MOS-FET 38, der vom Anreicherungstyp ist, in den niederohmigen Zustand überführt und im niederohmigen Zustand hält. Der von dem Anker 3 hervorgerufene Bremsstrom kann nunmehr über den MOS-FET 38 zu dem Stromfühlerwiderstand 34 fließen. Dadurch entsteht ein Bypass zu dem Bremswiderstand 32 und es verringert sich der im Erregerstromkreis liegende Widerstand, was den Strom in dem Erregerstromkreis, der gleichzeitig auch der Bremsstrom ist, ansteigen läßt. Wenn der Bremsstrom bzw. der Erregerstrom ein Maß erreicht, bei dem der Spannungsabfall an dem Stromfühlerwiderstand 34 größer wird als die Referenzspannung 53, wechselt das Signal an dem Ausgang des Komparators 52 von "High" nach "Low", wodurch das Flipflop 47 über die Leitung 53 umgeschaltet wird, und zwar in den Zustand Q = "High". Hierdurch wird über den Treiber 49 an dem Gate des MOS-

## DE 40 22 637 A1

7

FET 38 eine niedrige Spannung angelegt, die den MOS-FET 38 aus dem eben noch niederohmigen Zustand schlagartig in den hochohmigen Zustand bringt. Der dazu notwendige, verhältnismäßig hohe Gatestrom wird von dem Treiber 49 erzeugt. Das Abschalten des MOS-FET 38 hat zumindest in der Induktivität der Feldwicklung 6 eine Induktionsspannung zur Folge, die dazu führt, daß über die Diode 33 der Kondensator 37 aufgeladen wird. Gleichzeitig fließt, obwohl der MOS-FET 38 sperrt, weiterhin ein Bremsstrom in dem Erregerkreis und über den Widerstand 34. Da der Bremswiderstand 32 zu dem Kondensator 37 parallel liegt, wird sowohl bei durchgeschaltetem MOS-FET 38 als auch bei gesperrtem MOS-FET 38 in dem Bremswiderstand 32 immer elektrische Energie in Wärme umgesetzt.

Infolge des nun gesperrten MOS-FET 38 beginnt der Strom durch den Universalmotor 1 wegen des nun höheren Widerstandes in der Serienschaltung aus dem Anker 3 der Feldwicklung 6 sowie den übrigen Bauelementen wieder zu sinken.

Nach einer Zeitverzögerung, die durch die Frequenz des Oszillators 43 festgelegt ist, wird das Flipflop 47 umgesteuert und entsprechend der MOS-FET 38 wieder in den niederohmigen Zustand zurückgeschaltet. Der Bremsstrom, der durch den Universalmotor 1 fließt, wird wegen des jetzt wieder kleineren Kreiswiderstandes ansteigen, bis er einen Wert erreicht hat, bei dem der Spannungsabfall an dem Stromfühlerwiderstand 34 die Referenzspannung 53 übersteigt, was dann wiederum in der oben geschilderten Weise zum Umschalten des MOS-FET 38 in den gesperrten Zustand führt.

Wegen der Diode 33 kann der Kondensator 37 bei durchgeschaltetem MOS-FET 38 nicht über den MOS-FET 38 entladen werden. Vielmehr erfolgt die Entladung über den Bremswiderstand 32.

Wie ohne weiteres einzusehen ist, erzeugt der pulsbreitenmodulierte Oszillator 42 an seinem Ausgang 51 ein Impulssignal, dessen Periodendauer von dem Oszillator 43 festgelegt ist, wobei die Einschaltdauer abhängig von der Zeit ist, die benötigt wird, um den Bremsstrom bzw. den Erregerstrom durch den Stromfühlerwiderstand 34 erneut auf einen Wert über der Referenzspannung 53 zu bringen. Dies wird bei hohen Drehzahlen des Ankers 3, also zu Beginn der Bremsung schneller gehen als gegen Ende der Bremsung, wenn die Drehzahl des Ankers 3 deutlich abgesunken ist. Während der ganzen Bremszeit wird das pulsbreitenmodulierte Signal erzeugt, und zwar solange, bis die Drehzahl des Ankers 3 so weit abgesunken ist, daß die auf der Leitung 22 anstehende Spannung nicht mehr ausreicht, um den pulsbreitenmodulierten Oszillator 42 in Betrieb zu halten. Dies geschieht allerdings bei so niedrigen Drehzahlen, daß die Lagerreibung des Universalmotors 1 dann ausreicht, um in kurzer Zeit den Rest der kinetischen Energie des Ankers 3 aufzuzehren.

Der Strom durch den Stromfühlerwiderstand 34 und damit der Strom durch die Feldwicklung 6 sowie den Anker 3 wird praktisch konstant gehalten, da der pulsbreitenmodulierte Oszillator 42 immer dann den MOS-FET 38 wieder sperrt, wenn der Bremsstrom ein vorgegebenes Maß überschreitet. Die Welligkeit des Bremsstromes ist bei den erwähnten Schaltfrequenzen zwischen 0,5 und 20 kHz sehr klein und bewegt sich bei ca. 10% des Bremsstromes. Infolgedessen ist auch die Erregung der Feldwicklung 6 nahezu konstant und die Klemmenspannung an dem Anker 6, d. h. die Spannung an den beiden Anschlüssen 4 und 5 nimmt linear proportional mit der Drehzahl ab. Als Grenzbedingungen für

8

die Frequenz des Oszillators 43 gilt, daß sie einerseits hoch genug ist, um den MOS-FET 38 wieder einzuschalten, ehe die Selbsterregung, d. h. der Erregerstrom durch den Kondensator 37 auf Werte abgesunken ist, die eine Selbsterregung nicht mehr erhalten können, andererseits aber nur so hoch ist, daß der MOS-FET 38 einwandfrei schalten kann bzw. die Schaltverluste in dem MOS-FET 38 in vernünftigen Grenzen bleiben, um die Bremsleistung wirklich in dem Widerstand 32 umzusetzen. Außerdem muß die Welligkeit ausreichend hoch sein, um den Komparator 52 aussteuern zu können.

Wie ferner zu erkennen ist, wird in dem MOS-FET 38 Leistung nur während des Umschaltvorganges und in niederohmigem Zustand umgesetzt. Die Bremsleistung wird überwiegend in dem Bremswiderstand 32 vernichtet.

Die Spannung an dem Ladekondensator 37 stellt sich nach einer Gleichgewichtsbedingung ein, nämlich entsprechend der Entladung des Kondensators 37 über den Bremswiderstand 32 während der Einschaltphase des MOS-FET 38 und der Nachladung des Kondensators 37 über die Diode 33 beim Abschalten des MOS-FET 38 infolge der magnetischen Energie, die in der Feldwicklung 6 während des Einschaltens des MOS-FET 38 gespeichert wird.

Ist der Bremswiderstand 32 so klein dimensioniert, daß auch beim Beginn der Bremsung, also unmittelbar nach dem Umschalten des zweipoligen Umschalters 12 ein Strom in dem Stromfühlerwiderstand 34 fließt, der einen Spannungsabfall größer als die Referenzspannung 53 zur Folge hat, bleibt zunächst der MOS-FET 38 gesperrt, solange, bis der Strom unter den Referenzwert abgesunken ist, weil die Impulse auf dem Differenzierer 45 das Flipflop 47 nicht umschalten können. In diesem Fall wird die Spannung an dem Ladekondensator 37 gleich dem Spannungsabfall an dem Bremswiderstand 32 sein. Im späteren Bremsverlauf stellt sich an dem Ladekondensator 37 keine höhere Spannung mehr ein.

Wenn umgekehrt zu Beginn der Bremsung der Strom durch den Stromfühlerwiderstand 34 zu niedrig ist, also der Bremsnennstrom nicht erreicht wird, wird durch Takt des MOS-FET 38 der Bremsstrom angehoben, was gleichzeitig zum Aufladen des Kondensators 37 auf eine entsprechend höhere Spannung als im ersten Fall führt.

Fig. 2 zeigt ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel, das sich im wesentlichen an zwei Stellen von der Anordnung nach Fig. 1 unterscheidet. Anstelle des MOS-FET 38 ist bei der Schaltung nach Fig. 2 ein IGBT 38' als Stellglied verwendet. Außerdem liegt der Bremswiderstand 32 nicht parallel zu dem Ladekondensator 37, sondern in Serie zu dem Stellglied in Gestalt des IGBT 38'.

Ansonsten ist die Schaltung identisch wie Fig. 1 aufgebaut, weshalb auch dieselben Bezugszeichen verwendet sind und die zugehörigen Bauelemente nicht mehr gesondert beschrieben werden müssen.

Was die Schaltung anbelangt, so arbeitet sie im Motorbetrieb genauso wie die Schaltung nach Fig. 1, lediglich im Bremsbetrieb bestehen geringe Unterschiede insofern, als bei der Selbsterregung zunächst einmal der Ladekondensator 32 aufgeladen wird und der Oszillator 43 schnell anschwingen muß, daß er umgehend den IGBT 38' in den leitenden Zustand überführt, damit nicht vorher die Selbsterregung zusammenbricht, weil die Spannung an dem Ladekondensator 32 so groß wie die EMK des Ankers 3 geworden ist. Wenn diese Bedingung eingehalten wird, steigt der Strom durch den Bremswiderstand 32 solange an, bis der Spannungsab-



## DE 40 22 637 A1

9

fall an dem Stromfühlerwiderstand 34 den Referenzwert 53 übersteigt. Hierdurch wird, wie vorher beschrieben, der IGBT 38' abgeschaltet, während der Ladekondensator 32 weiter aufgeladen wird. Gleichzeitig sinkt der Bremsstrom wieder unter den Referenzwert allmählich ab, so daß beim nachfolgenden erneuten Einschalten des IGBT 38' zunächst einmal der Ladekondensator 37 über den Bremswiderstand 32 sowie den durchgeschalteten IGBT 38' entladen wird und andererseits aber der Bremsstrom, der an dem Stromfühlerwiderstand 34 gemessen wird und unter dem Nennwert liegt, erneut durch den IGBT 38' fließt. Durch Einschalten des IGBT 38' beginnt der Bremsstrom wieder zu steigen.

Ein Vorteil der Schaltung nach Fig. 2 besteht darin, daß die Diode 33 eingespart werden kann. Dafür erfolgt die Belastung des Bremswiderstandes 32 impulsweise nur dann, wenn der IGBT 38' durchgesteuert ist. Bei der Schaltung nach Fig. 1 dagegen wird in dem Bremswiderstand 32 ständig elektrische Leistung in Wärme umgesetzt.

Dementsprechend unterscheidet sich der Bremswiderstand bei der Schaltung nach Fig. 1 in seiner Größe von dem Bremswiderstand der Schaltung nach Fig. 2 insofern, als der Wert des Bremswiderstandes bei der Schaltung nach Fig. 2 deutlich kleiner ist als der Wert des Widerstandes nach Fig. 1. Bei dieser Schaltung wird der Widerstandswert ausgewählt nach der Bremscharakteristik unmittelbar nach dem Umschalten in den Bremsbetrieb. Wenn zunächst eine reine Widerstandsbremsung gewünscht ist, wird der Wert des Bremswiderstandes 32 so bemessen, daß der entstehende Bremsstrom größer ist als der Bremsstrom im späteren Verlauf. Soll dagegen von Anfang an mit getakteter Bremsung gearbeitet werden, wird der Wert des Bremswiderstandes 32 größer gewählt, damit von Anfang an ein periodisches Ein- und Ausschalten des Transistors 38 erreicht werden kann.

Bei der Schaltung nach Fig. 2 muß dagegen der Wert des Bremswiderstandes 32 so bemessen sein, daß auch gegen Ende der Bremsung ein Erregerstrom fließen kann, der größer ist als der Nennstrom, d. h. jener Strom, der an dem Stromfühlerwiderstand 34 einen Spannungsabfall erzeugt, der größer ist als die Referenzspannung 53. Danach liegt eine reine Widerstandsbremsung vor, die nicht Zweck der Schaltung ist.

Außerdem ist aus den Figuren zu erkennen, daß als Stellglied nicht nur die gezeigten Transistortypen verwendet werden können, sondern ohne weiteres auch bipolare Transistoren mit der üblichen nicht isolierten Basis oder GTO's, also abschaltbare Thyristoren. Alle diese Typen sind in beiden Schaltungen verwendbar.

Fig. 3 zeigt schließlich anhand des Ausführungsbeispiels aus Fig. 2 die Möglichkeit, als Bremswiderstand einen Vorwiderstand zu verwenden, der zur Anlaufstrombegrenzung beim Einschalten des Motorbetriebs vorgesehen ist. Hierzu ist der Umschalter 12 um einen weiteren Arbeitskontakt 61 erweitert, der verzögert einschaltet. Der Bremswiderstand 32 liegt nun in der Verbindung von dem beweglichen Kontakt 18 zu der Leitung 23. Außerdem ist der Ladekondensator 37 mit seinem nach Fig. 2 an dem Ruhekontakt 14 angeschlossenen Ende nunmehr ebenfalls an die Leitung 23 angeschlossen. Schließlich liegt noch in der Verbindungsleitung 36 zwischen dem Arbeitskontakt 15 und der Schaltungsmasse 35 eine Diode 62. Die Diode 62 verhindert im Motorbetrieb eine Wechselspannung an dem Ladekondensator 37. Bei dem gewählten Ausführungsbeispiel liegt deswegen die Diode mit ihrer Anode an der

10

Schaltungsmasse, während die Kathode an dem Arbeitskontakt 15 angeschlossen ist.

Beim Einschalten des Motorbetriebs wird der Umschalter 12 aus der in Fig. 3 gezeigten Ruhestellung in die Arbeitsstellung gebracht. Es liegt dann in der Stromzuleitung zu der Feldwicklung 6 der Bremswiderstand 32, der zunächst den Strom begrenzt. Unmittelbar nach dem Umschalten des Umschalters 12 bleibt nämlich zunächst der Arbeitskontakt 61 geöffnet. Erst nach einer vorbestimmten Zeit schließt sich auch der verzögerte Arbeitskontakt 61, der zu dem Widerstand 32 und dem Arbeitskontakt 16 parallelgeschaltet ist. Dadurch wird der Bremswiderstand 32 im Motorbetrieb kurzgeschlossen und es kann aus den Netzanschlußklemmen 9 und 11 der volle Strom durch den Motor 1 fließen.

Nach der Rückkehr des Umschalters 12 in die in Fig. 3 gezeigte Ruhestellung, der auch der verzögerte Arbeitskontakt 61 unmittelbar folgt, liegen dieselben Schaltverhältnisse vor wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2. Das dort Gesagte gilt entsprechend folglich auch für Fig. 3.

Fig. 4 zeigt im einzelnen, wie die Schaltungsblöcke des pulsbreitenmodulierten Oszillators 42 realisiert werden können. Der Oszillator 43 besteht aus einem NAND-Glied 63 mit Schmitt-Trigger-Charakteristik, das von seinem Ausgang, der gleichzeitig den vorerwähnten Ausgang 44 des Oszillators 43 bildet, über einen Festwiderstand 64 zu seinen beiden parallelgeschalteten Eingängen rückgekoppelt ist. Die beiden Eingänge des NAND-Gliedes 63 sind außerdem über einen Kondensator 65 mit der Schaltungsmasse 35 verbunden.

Eine solche Schaltung beginnt bekanntlich, sobald die Versorgungsspannung angelegt ist, selbsttätig zu schwingen und erzeugt an dem Ausgang 44 ein etwa symmetrisches Rechtecksignal. Dieses Rechtecksignal gelangt in den nachfolgenden Differenzierer 45. Dieser besteht aus einem an den Ausgang 44 angeschlossenen Koppelkondensator 66, dessen andere Elektrode über einen "Pull-up"-Widerstand 67 mit der positiven Versorgungsspannung verbunden ist. Die Verbindungsstelle zwischen dem Kondensator 66 und dem "Pull-up"-Widerstand 67 ist der vorerwähnte Ausgang 46 des Differenzierers 45.

Das Flipflop 47 ist in der bekannten Weise aus zwei über Kreuz gekoppelten NAND-Gliedern 68 und 69 aufgebaut, wobei einer der Eingänge des NAND-Gliedes 68 den S-Eingang bildet, der an dem Ausgang 46 angeschlossen ist. Einer der Eingänge des NAND-Gliedes 69 dagegen bildet den R-Eingang, der mit dem Ausgang des Komparators 52 verbunden ist. Im Fall, daß der Ausgang ein sogenannter "Open Collector"-Ausgang ist, wird noch ein in Fig. 4 gezeigter "Pull-up"-Widerstand 71 benötigt, der von der Leitung 53 zur positiven Versorgungsspannung führt.

Der Ausgang des NAND-Gliedes 69 ist schließlich der bereits erwähnte Q-Ausgang, an den der Eingang des Leistungstreibers 49 angeschlossen ist, dessen invertierender Ausgang über einen Schutzwiderstand 72 zu der Leitung 41 führt.

Fig. 5 zeigt schließlich das Schaltbild des Stromversorgungsteiles 54, das aus der von dem Anker 3 abgegebenen EMK die zur Stromversorgung des pulsbreitenmodulierten Oszillators 42 erforderliche stabilisierte Spannung erzeugt. Es ist die Aufgabe des Stromversorgungsteiles 54, diese Spannung innerhalb wenigstens einer Zehnerpotenz der EMK auf den erforderlichen Wert zu bringen und zu stabilisieren. Wie Fig. 5 zeigt, enthält das Stromversorgungsteil 54 einen mit seiner

## DE 40 22 637 A1

11

Drain-Elektrode an die Leitung 56 angeschalteten selbstleitenden MOS-FET 74, der mit seiner Source-Elektrode an die Basis eines bipolaren Transistors 75 angeschlossen ist. Der bipolare Transistor 75 liegt mit seinem Kollektor ebenfalls an der Leitung 56, während der Emittor über einen Gegenkopplungswiderstand 76 zu der Leitung 55 hin verbunden ist. Die Spannung an der Leitung 55 wird außerdem mit Hilfe eines Siebkondensators 78 geglättet, der zwischen der Leitung 55 und der Schaltungsmasse 35 eingefügt ist.

Die negative Gate-Vorspannung für den MOS-FET 74 wird mit Hilfe eines Widerstandes 79, der das Gate des MOS-FET 74 mit der Leitung 55 verbindet, sowie des Widerstandes 76 und der Basis-/Emitterspannung des Transistors 75 erzeugt.

Um die Ausgangsspannung zu erhöhen, ist eine Z-Diode 81 vorhanden, die von der Gate-Elektrode des MOS-FET 74 des Typs BSS 135 zu der Schaltungsmasse 35 führt.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (2) zum Bremsen von Kollektormotoren (1) kleiner bis mittlerer Leistung, die einen Anker (3) sowie eine geteilte oder ungeteilte Feldwicklung (6) aufweisen, mit einem Umschalter (12), durch den in einer Stellung die Feldwicklung (6) für den Motorbetrieb mit einer Polarität an den Anker (3) anzuschalten ist und durch den in einer anderen Stellung im Bremsbetrieb eine Serienschaltung erzeugt wird, die wenigstens den Anker (3), zumindest einen Teil der Feldwicklung (6), der mit einer anderen Polarität an den Anker (3) angeschlossen ist als im Motorbetrieb, sowie ein Stellglied (38, 38') aufweist, mit einer Steuerschaltung (42) für das Stellglied, sowie mit einer Speicherschaltung (25), die nach dem Umschalten des Umschalters (12) in den Bremsbetrieb eine Selbsterregung des als Generator arbeitenden Motors einleitet, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (42) wenigstens in einem Zeitintervall während des Bremsbetriebes ein impulsförmiges Signal an das Stellglied (38, 38') abgibt, das durch das Signal ständig zwischen zwei Zuständen hin- und hergeschaltet wird, wobei es in dem einen Zustand möglichst niederohmig und in dem anderen Zustand möglichst hochohmig ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (38, 38') in einer Parallelschaltung aus wenigstens zwei Stromzweigen enthalten ist, daß in dem einen Stromzweig das Stellglied (38, 38') und in dem anderen Stromzweig ein Kondensator (37) enthalten ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der den Kondensator (37) enthaltende Stromzweig zusätzlich eine mit dem Kondensator (37) in Serie liegende Diode (33) aufweist, und daß zu dem Kondensator (37) ein ohmscher Widerstand (32) parallelgeschaltet ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromzweig mit dem Stellglied (38') zusätzlich einen zu dem Stellglied (38') in Serie geschalteten ohmschen Widerstand (32) enthält.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (38, 38') von einem abschaltbaren Halbleiter gebildet ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch

12

gekennzeichnet, daß das impulsförmige Signal für das Stellglied (38, 38') ein pulsbreitenmoduliertes Signal ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Periodendauer des pulsbreitenmodulierten Signals konstant ist.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschaltdauer des pulsbreitenmodulierten Signals konstant ist.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (42) einen Oszillator (43) enthält, der die Periodendauer des pulsbreitenmodulierten Signals festlegt.

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillator (43) ausgangsseitig mit einer digitalen Speicherschaltung (47) verbunden ist, die von dem Oszillator (43) in einen ihrer beiden möglichen Zustände zu überführen ist, daß ein mit einem Stromfühler (34) verbundener Komparator (52) vorhanden ist, durch den die digitale Speicherschaltung in den anderen ihrer beiden möglichen Zustände zu überführen ist, wenn der Strom durch das Steuerglied (38, 38') einen festgelegten Grenzwert übersteigt, und daß das Ausgangssignal der digitalen Speicherschaltung (47) das Steuersignal für das Stellglied bildet.

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltungsanordnung (2) netzunabhängig ist.

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherschaltung (25) einen elektrischen Speicher (26) enthält, der während des Motorbetriebes aus dem Netz geladen wird.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschaltung (42) eine Spannungsversorgungsschaltung (54) zugeordnet ist, deren Eingangsspannung mittelbar oder unmittelbar die Spannung ist, die der im Generatorbetrieb arbeitende Motor (1) abgibt.

14. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kollektormotor (1) ein den Anlaufstrom begrenzender Vorwiderstand (32) zugeordnet ist und daß dieser Widerstand (32) im Bremsbetrieb den in der Parallelschaltung enthaltenen Bremswiderstand (32) bildet.

15. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollektormotor (1) der Antriebsmotor eines handgeführten Werkzeuges ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



— Leerseite —

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

DE 40 22 637 A1

Int. Cl. 5:

H 02 P 3/06

Offenl ungstag:

23. Januar 1992

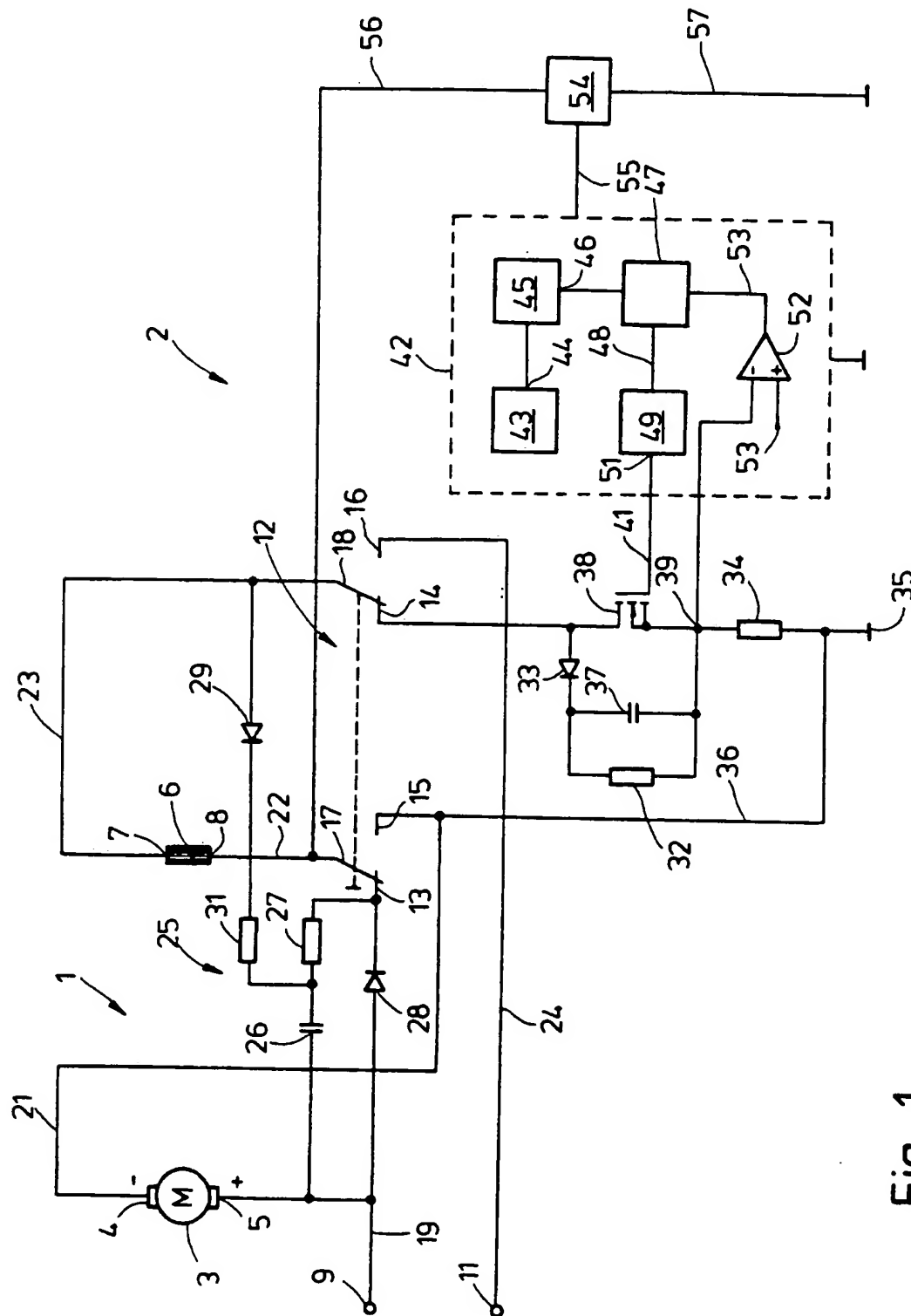


Fig. 1

**Nummer:**  
**Int. Cl.<sup>5</sup>:**  
**Offenlegungstag:**

Fig. 2

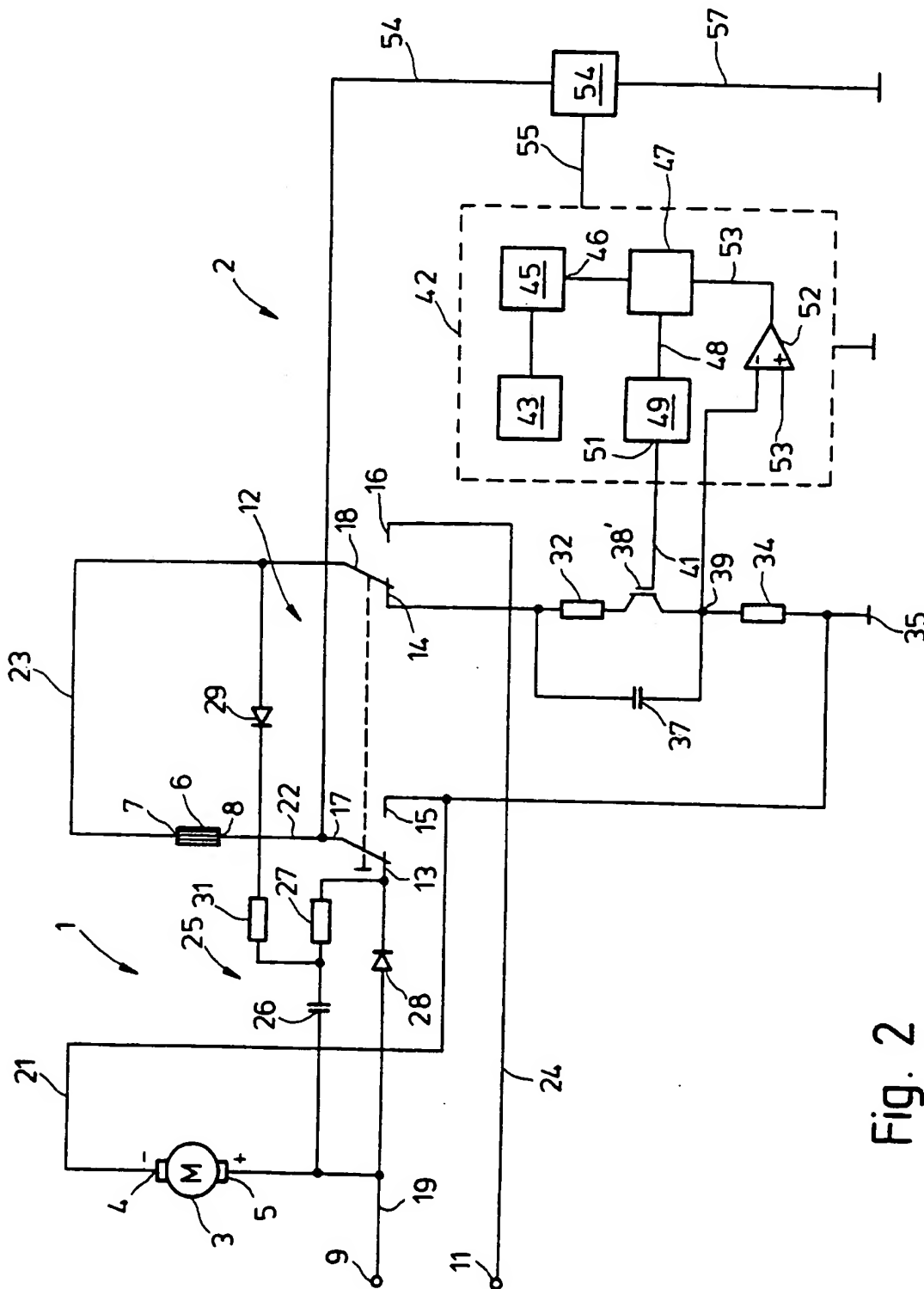


Fig. 2

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer: DE 40 22 637 A1  
 Int. Cl.<sup>6</sup>: H 02 P 3/06  
 Offenlegungstag: 23. Januar 1992

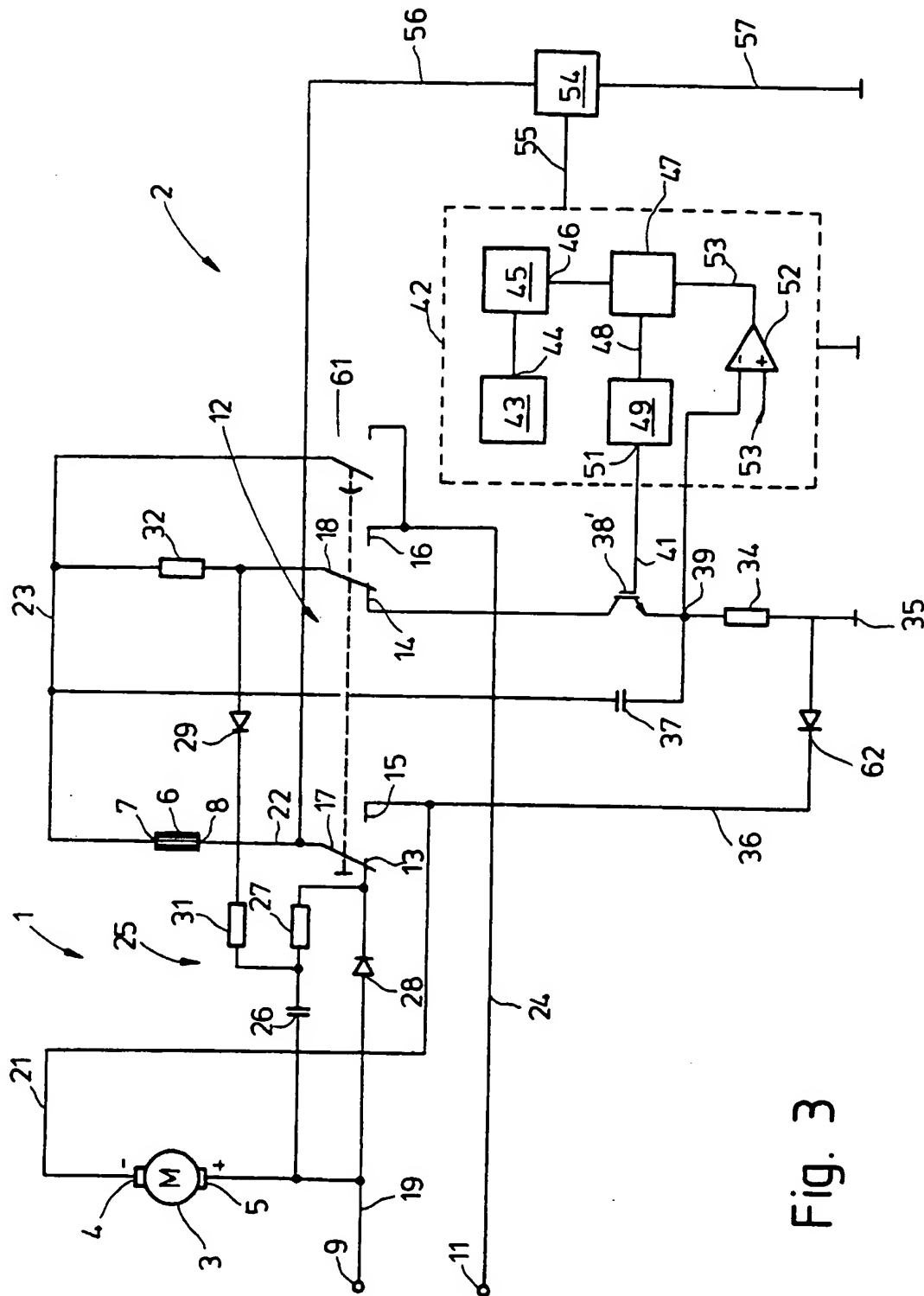


Fig. 3

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer: **DE 40 22 637 A1**  
Int. Cl.<sup>5</sup>: **H 02 P 3/08**  
Offenlegungstag: **23. Januar 1992**

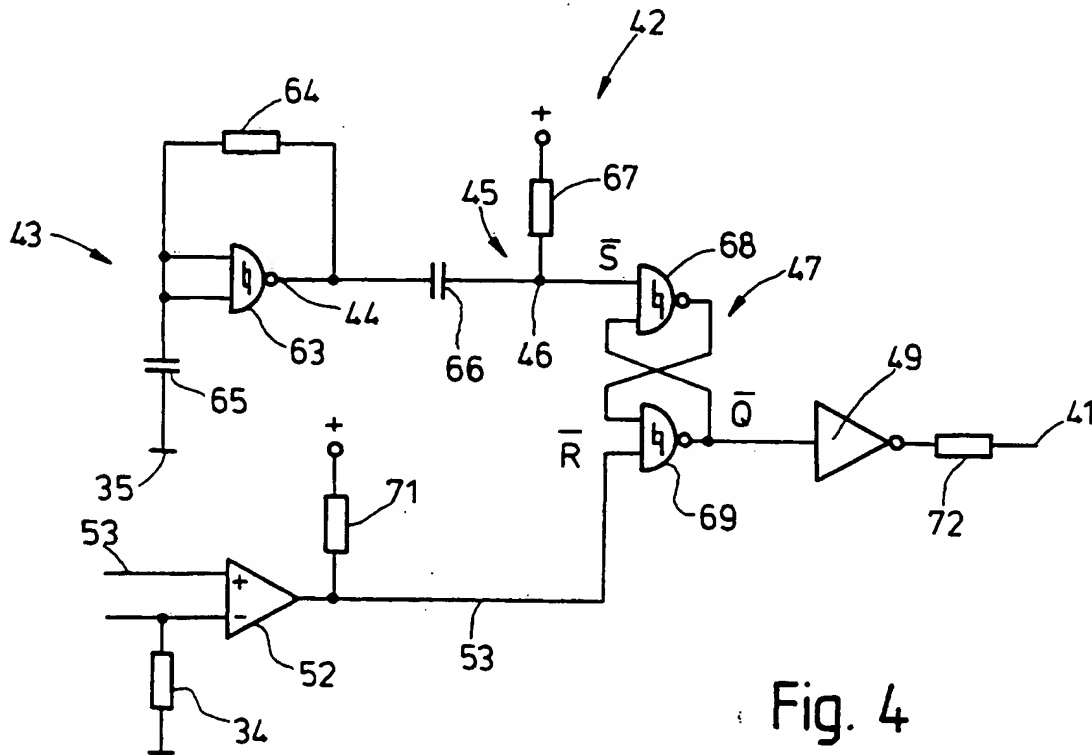


Fig. 4

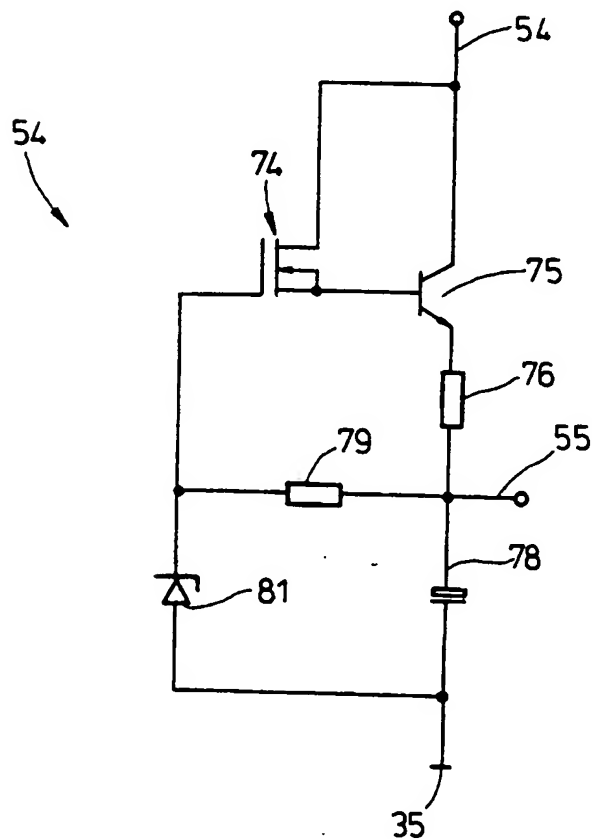


Fig. 5